

10/660,637

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 9 月 5 日
Date of Application:

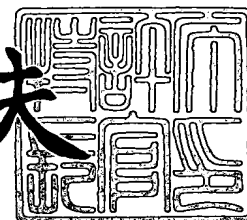
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 1 4 4 2 2
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 3 1 4 4 2 2]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 0 7 7 1

【書類名】 特許願
【整理番号】 255874
【提出日】 平成15年 9月 5日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G06F 7/00
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社内
 【氏名】 内山 晋二
【特許出願人】
 【識別番号】 000001007
 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100076428
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 大塚 康德
 【電話番号】 03-5276-3241
【選任した代理人】
 【識別番号】 100112508
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高柳 司郎
 【電話番号】 03-5276-3241
【選任した代理人】
 【識別番号】 100115071
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 大塚 康弘
 【電話番号】 03-5276-3241
【選任した代理人】
 【識別番号】 100116894
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 木村 秀二
 【電話番号】 03-5276-3241
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 003458
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0102485

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

指標が配置された現実空間の画像を撮像する撮像手段による撮像画像中の指標の位置を検出する検出工程と、前記指標の前記現実空間中の位置、前記撮像手段の位置姿勢の少なくとも一方を計測に基づいて求められている場合に、前記指標の前記現実空間中の位置と前記撮像手段の位置姿勢とに基づいて前記現実空間中の指標を前記撮像画像上に投影した場合の座標位置を求める第 1 の計算工程とを備え、前記撮像画像上において、前記検出工程で検出した各指標の座標位置と、前記第 1 の計算工程で計算した座標位置とで、互いに距離の近い座標位置の指標同士を対応付ける処理を行う情報処理方法であって、

注目指標の法線ベクトルと前記撮像手段の視軸ベクトルとを用いて計算される値を求める第 2 の計算工程と、

前記第 1 の計算工程による前記注目指標の前記撮像画像上における座標位置を求める処理を行うか否かを、前記第 2 の計算工程で求めた値が取る範囲に基づいて決定する決定工程とを備え、

前記決定工程で前記第 1 の計算工程による前記注目指標の前記撮像画像上における座標位置を求める処理を行うと決定した場合には、前記第 1 の計算工程で計算した前記注目指標の座標位置と、前記検出工程で検出した各指標の座標位置の何れかとで、距離の近い座標位置の指標同士を対応付ける処理を行うことを特徴とする情報処理方法。

【請求項 2】

前記第 2 の計算工程では、前記注目指標の法線ベクトルと、前記撮像手段の視軸ベクトルとが成す角度、もしくは当該角度に基づく値を求めることを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理方法。

【請求項 3】

前記決定工程では、前記角度が $90^\circ + \alpha$ ($\alpha > 0$) である場合には、前記第 1 の計算工程による前記注目指標の前記撮像画像上における座標位置を求める処理を行うと決定することを特徴とする請求項 2 に記載の情報処理方法。

【請求項 4】

更に、対応付けた夫々の指標の前記第 1 の計算工程で計算した座標位置と、前記検出工程で検出した座標位置との間の距離を用いて、前記撮像手段の位置姿勢を補正する補正工程と、

前記補正工程による補正後の位置姿勢を用いて仮想空間の画像を生成する仮想空間画像生成工程と、

前記仮想空間画像生成工程による仮想空間の画像と、前記撮像手段による撮像画像とを合成して出力する合成工程と

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理方法。

【請求項 5】

指標が配置された現実空間の画像を撮像する撮像手段と、撮像手段による撮像画像中の指標の位置を検出する検出手段と、前記指標の前記現実空間中の位置、前記撮像手段の位置姿勢の少なくとも一方を計測に基づいて求められている場合に、前記指標の前記現実空間中の位置と前記撮像手段の位置姿勢とに基づいて前記現実空間中の指標を前記撮像画像上に投影した場合の座標位置を求める第 1 の計算手段とを備え、前記撮像画像上において、前記検出手段が検出した各指標の座標位置と、前記第 1 の計算手段が計算した座標位置とで、互いに距離の近い座標位置の指標同士を対応付ける処理を行う情報処理装置であって、

注目指標の法線ベクトルと前記撮像手段の視軸ベクトルとを用いて計算される値を求める第 2 の計算手段と、

前記第 1 の計算工程による前記注目指標の前記撮像画像上における座標位置を求める処理を行うか否かを、前記第 2 の計算工程で求めた値が取る範囲に基づいて決定する決定手段とを備え、

前記決定手段が前記第 1 の計算手段による前記注目指標の前記撮像画像上における座標

位置を求める処理を行うと決定した場合には、前記第 1 の計算手段が計算した前記注目指標の座標位置と、前記検出手段が検出した各指標の座標位置の何れかとで、距離の近い座標位置の指標同士を対応付ける処理を行うことを特徴とする情報処理装置。

【請求項 6】

コンピュータに請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の情報処理方法を実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のプログラムを格納することを特徴とする、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【請求項 8】

現実空間を撮像する撮像装置の位置姿勢計測に利用する指標の識別方法であって、

前記撮像装置の大まかな位置姿勢を計測する位置姿勢計測工程と、

前記撮像装置が指標を含む前記現実空間を撮像する撮像工程と、

前記撮像工程で得られた現実空間の画像中に含まれる指標の当該画像中の座標を求める第 1 の画像座標計算工程と、

前記位置姿勢計測工程で得た位置姿勢における、前記撮像装置による撮像画面中における指標の座標を求める第 2 の画像座標計算工程と、

前記第 1 の画像座標計算工程で求めた指標の座標と、前記第 2 の画像座標計算工程で求めた指標の座標と、前記位置姿勢計測工程で得た前記撮像装置の視軸ベクトルと指標の法線ベクトルとの間の関係とを基にして、指標の識別を行うことを特徴とする指標の識別方法。

【請求項 9】

現実空間にある対象物体の位置姿勢計測に利用する指標の識別方法であって、

前記対象物体の大まかな位置姿勢を計測する位置姿勢計測工程と、

固定された撮像装置にて前記対象物体の撮像を行う撮像工程と、

前記撮像工程で得られた撮像画像中の指標の座標を求める第 1 の画像座標計算工程と、

前記位置姿勢計測工程で得た位置姿勢を基にして、前記撮像装置による撮像画面中における指標の座標を求める第 2 の画像座標計算工程と、

前記第 1 の画像座標計算工程で求めた指標の座標と、前記第 2 の画像座標計算工程で求めた指標の座標と、前記位置姿勢計測工程で得た前記撮像装置の視軸ベクトルと指標の法線ベクトルの間の関係とを基にして、指標の識別を行うことを特徴とする指標の識別方法。

【請求項 10】

現実空間にある対象物体の位置姿勢計測に利用する指標の識別方法であって、

前記対象物体の大まかな位置姿勢を計測する第 1 の位置姿勢計測工程と、

前記対象物体を撮像する撮像装置の大まかな位置姿勢を計測する第 2 の位置姿勢計測工程と、

前記撮像装置にて前記対象物体の撮像を行う撮像工程と、

前記撮像工程で得られた撮像画像中の指標の座標を求める第 1 の画像座標計算工程と、

前記第 1 の位置姿勢計測工程と前記第 2 の位置姿勢計測工程とで得た撮像装置を基準とする対象物体の位置姿勢、あるいは、前記対象物体を基準とする前記撮像装置の位置姿勢を基にして、前記撮像装置の撮像画面中における指標の座標を求める第 2 の画像座標計算工程と、

前記第 1 の画像座標計算工程で求めた指標の座標と、前記第 2 の画像座標計算工程で求めた指標の座標と、前記第 2 の位置姿勢計測工程で得た前記撮像装置の視軸ベクトルと前記第 1 の位置姿勢計測工程で得た指標の法線ベクトルの間の関係とを基にして、指標の識別を行うことを特徴とする指標の識別方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】情報処理方法、情報処理装置、識別方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、現実空間を撮像する撮像部と大まかな位置姿勢を計測する位置姿勢計測部を備える撮像装置もしくは計測対象の位置姿勢を計測するために利用する指標の識別技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

現実空間を撮像するカメラなどの撮像部（以下適宜カメラと言い換える）の位置姿勢計測は、例えば現実空間と仮想空間とを融合表示する複合現実感システムにおいて必要となる。これに係る従来技術としては、現実空間に配置した位置が既知のマーカ、または現実空間中の位置が既知の特徴点（以下、マーカと特徴点を合わせて指標という）を用いて、カメラの位置姿勢を測定する位置姿勢センサの計測誤差を補正するという方法がある（例えば特許文献1乃至3を参照）。

【0003】

この方法に係る従来の技術では、個々に計算原理や手段、工程が異なるものの、カメラの位置姿勢を測定するための6自由度の位置姿勢センサから得られる情報、現実空間に配置した位置が既知の指標の情報、及びこれらの指標をカメラで捉えることで得られる情報を基にして、カメラの位置姿勢を求めている。

【0004】

これらの方法において、画像から検出した指標が現実空間に配置した指標のうちのどの指標に対応するのかを求める手段のひとつとして、画像から検出した指標の座標と、位置姿勢計測値を基にして投影して得られる画像面上での指標の座標とを比較し、距離が近いものが対応する指標であるという判定手段が用いられていた。

【特許文献1】特開平11-084307号公報

【特許文献2】特開2000-041173号公報

【特許文献3】特願2000-354230号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来技術で利用される「位置姿勢センサによる計測誤差を補正するために利用される指標」を、例えば、図2に示すように塔状の物体の存在する現実空間に対して、その塔状物体の様々な方向の側面に配置してあるような場合を想定する。

【0006】

同図において201はそのような現実空間を撮像するカメラ、202はカメラ201の大まかな位置姿勢を計測する3次元位置姿勢センサ、203、204は3次元位置姿勢センサ202による計測誤差を補正するために利用される指標、205は指標203、204を配置する塔状物体である。さらにカメラ201は、この塔状物体205の周囲を移動可能であり、塔状物体205の各側面をすべて撮像する可能性がある場合を想定する。

【0007】

このような場合、図3に示すように、塔状物体205の側面にはほぼ垂直な位置から撮像するような場合がありえる。同図において300はカメラ201によって撮像された画像（撮像画面）で、301は図2における指標203が画像に写りこんだものを示している。302は、3次元位置姿勢センサ202により計測したカメラ201の位置姿勢を基にして、指標203の3次元位置を撮像画像300の画像面に投影計算して得られた撮像画面上での座標を示すものであり、303は指標204の3次元位置を撮像画像300の画像面に投影計算して得られた撮像画面上での座標を示すものである。

【0008】

もしも仮に3次元位置姿勢センサ202による位置姿勢計測値に誤差がないとすると、

302で示す座標位置と画像301の座標位置とは元来同じ座標であるが、実際には位置姿勢計測値には誤差が含まれるため、同じ位置とはならない。従来技術では、撮像画像から検出した指標(図3であれば301)が、実際に配置された指標のうちのどの指標に対応するのかを求める手段として、画像から検出した指標の座標値と、位置姿勢計測値を基にして計算されたこの指標の画面上での座標値との間の距離を利用している。そのため、この図3に示す例のような場合、302で示す座標位置と画像301の座標位置との間の距離よりも、303で示す座標位置と画像301の座標位置との間の距離の方が、センサ誤差の影響のために短くなっているため、301と303が対応する指標として判断されることとなる。303はこの塔状物体205の裏側に配置された指標が投影された点であるため、誤った対応付けがなされてしまうことを意味する。

【0009】

本発明は以上の問題に鑑みてなされたものであり、画像から検出した指標が現実空間に配置した指標のうちのどの指標に対応するのかを正確に識別することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の目的を達成するために、例えば本発明の情報処理方法は以下の構成を備える。

【0011】

即ち、指標が配置された現実空間の画像を撮像する撮像手段による撮像画像中の指標の位置を検出する検出工程と、前記指標の前記現実空間中の位置、前記撮像手段の位置姿勢の少なくとも一方を計測に基づいて求められている場合に、前記指標の前記現実空間中の位置と前記撮像手段の位置姿勢とに基づいて前記現実空間中の指標を前記撮像画像上に投影した場合の座標位置を求める第1の計算工程とを備え、前記撮像画像上において、前記検出工程で検出した各指標の座標位置と、前記第1の計算工程で計算した座標位置とで、互いに距離の近い座標位置の指標同士を対応付ける処理を行う情報処理方法であって、

注目指標の法線ベクトルと前記撮像手段の視軸ベクトルとを用いて計算される値を求める第2の計算工程と、

前記第1の計算工程による前記注目指標の前記撮像画像上における座標位置を求める処理を行うか否かを、前記第2の計算工程で求めた値が取る範囲に基づいて決定する決定工程とを備え、

前記決定工程で前記第1の計算工程による前記注目指標の前記撮像画像上における座標位置を求める処理を行うと決定した場合には、前記第1の計算工程で計算した前記注目指標の座標位置と、前記検出工程で検出した各指標の座標位置の何れかとで、距離の近い座標位置の指標同士を対応付ける処理を行うことを特徴とする。

【0012】

本発明の目的を達成するために、例えば本発明の情報処理装置は以下の構成を備える。

【0013】

即ち、指標が配置された現実空間の画像を撮像する撮像手段と、撮像手段による撮像画像中の指標の位置を検出する検出手段と、前記指標の前記現実空間中の位置、前記撮像手段の位置姿勢の少なくとも一方を計測に基づいて求められている場合に、前記指標の前記現実空間中の位置と前記撮像手段の位置姿勢とに基づいて前記現実空間中の指標を前記撮像画像上に投影した場合の座標位置を求める第1の計算手段とを備え、前記撮像画像上において、前記検出手段が検出した各指標の座標位置と、前記第1の計算手段が計算した座標位置とで、互いに距離の近い座標位置の指標同士を対応付ける処理を行う情報処理装置であって、

注目指標の法線ベクトルと前記撮像手段の視軸ベクトルとを用いて計算される値を求める第2の計算手段と、

前記第1の計算工程による前記注目指標の前記撮像画像上における座標位置を求める処理を行うか否かを、前記第2の計算工程で求めた値が取る範囲に基づいて決定する決定手段とを備え、

前記決定手段が前記第1の計算手段による前記注目指標の前記撮像画像上における座標

位置を求める処理を行うと決定した場合には、前記第 1 の計算手段が計算した前記注目指標の座標位置と、前記検出手段が検出した各指標の座標位置の何れかとで、距離の近い座標位置の指標同士を対応付ける処理を行うことを特徴とする。

【0014】

本発明の目的を達成するために、例えば本発明の識別方法は以下の構成を備える。

【0015】

即ち、現実空間を撮像する撮像装置の位置姿勢計測に利用する指標の識別方法であって

、
前記撮像装置の大まかな位置姿勢を計測する位置姿勢計測工程と、
前記撮像装置が指標を含む前記現実空間を撮像する撮像工程と、
前記撮像工程で得られた現実空間の画像中に含まれる指標の当該画像中の座標を求める第 1 の画像座標計算工程と、
前記位置姿勢計測工程で得た位置姿勢における、前記撮像装置による撮像画面中における指標の座標を求める第 2 の画像座標計算工程と、
前記第 1 の画像座標計算工程で求めた指標の座標と、前記第 2 の画像座標計算工程で求めた指標の座標と、前記位置姿勢計測工程で得た前記撮像装置の視軸ベクトルと指標の法線ベクトルとの間の関係とを基にして、指標の識別を行うことを特徴とする。

【0016】

本発明の目的を達成するために、例えば本発明の識別方法は以下の構成を備える。

【0017】

即ち、現実空間にある対象物体の位置姿勢計測に利用する指標の識別方法であって、
前記対象物体の大まかな位置姿勢を計測する位置姿勢計測工程と、
固定された撮像装置にて前記対象物体の撮像を行う撮像工程と、
前記撮像工程で得られた撮像画像中の指標の座標を求める第 1 の画像座標計算工程と、
前記位置姿勢計測工程で得た位置姿勢を基にして、前記撮像装置による撮像画面中における指標の座標を求める第 2 の画像座標計算工程と、
前記第 1 の画像座標計算工程で求めた指標の座標と、前記第 2 の画像座標計算工程で求めた指標の座標と、前記位置姿勢計測工程で得た前記撮像装置の視軸ベクトルと指標の法線ベクトルの間の関係とを基にして、指標の識別を行うことを特徴とする。

【0018】

本発明の目的を達成するために、例えば本発明の識別方法は以下の構成を備える。

【0019】

即ち、現実空間にある対象物体の位置姿勢計測に利用する指標の識別方法であって、
前記対象物体の大まかな位置姿勢を計測する第 1 の位置姿勢計測工程と、
前記対象物体を撮像する撮像装置の大まかな位置姿勢を計測する第 2 の位置姿勢計測工程と、
前記撮像装置にて前記対象物体の撮像を行う撮像工程と、
前記撮像工程で得られた撮像画像中の指標の座標を求める第 1 の画像座標計算工程と、
前記第 1 の位置姿勢計測工程と前記第 2 の位置姿勢計測工程とで得た撮像装置を基準とする対象物体の位置姿勢、あるいは、前記対象物体を基準とする前記撮像装置の位置姿勢を基にして、前記撮像装置の撮像画面中における指標の座標を求める第 2 の画像座標計算工程と、
前記第 1 の画像座標計算工程で求めた指標の座標と、前記第 2 の画像座標計算工程で求めた指標の座標と、前記第 2 の位置姿勢計測工程で得た前記撮像装置の視軸ベクトルと前記第 1 の位置姿勢計測工程で得た指標の法線ベクトルの間の関係とを基にして、指標の識別を行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

本発明の構成によって、画像から検出した指標が現実空間に配置した指標のうちのどの指標に対応するのかを正確に識別することができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0021】**

以下添付図面を参照して、本発明を好適な実施形態に従って詳細に説明する。

【0022】**[第1の実施形態]**

図1は、本実施形態に係る情報処理装置を含むシステムの機能構成を示すブロック図である。このシステムは、現実空間を撮像するカメラ101、カメラ101の位置姿勢を計測する3次元位置姿勢センサ102、本実施形態に係る情報処理装置として機能するコンピュータ150に大別される。

【0023】

本実施形態に係るシステムは、現実空間に配置（この「配置」という文言はここでは意図的に配置されているもの、及び自然特徴として存在し、意図的に配置したものではないものの両方を含む）されている指標を含む現実空間の画像をカメラ101によって撮像した場合に、撮像画像から検出される指標の座標位置と、カメラ101の位置姿勢に基づいて指標が撮像画像上に位置すべき座標位置とで、同じ指標の座標位置同士の対応付けを行うことにより、撮像画像から検出した指標が、現実空間に配置されている指標のうちのどれにあたるのかを識別する処理を行う。

【0024】

以下、図1に示すシステムを構成する各部についてより詳細に説明する。

【0025】

カメラ101には3次元位置姿勢センサ102が取り付けられており、その取り付け位置は固定されている。3次元位置姿勢センサ102は、カメラ101の3次元位置姿勢（位置、姿勢共に3自由度）を計測するのであるが、計測するのはあくまで、センサ座標系におけるカメラ101の位置姿勢である。ここでセンサ座標系とは、例えば3次元位置姿勢センサ102が磁気センサである場合、この磁気を発生する発信器の位置を原点とし、この原点を通して互いに直交する3軸を夫々x、y、z軸とする座標系を指す。従って後述するコンピュータ150にはカメラ101により撮像された現実空間の画像のデータと共に、3次元位置姿勢センサ102により計測されたセンサ座標系におけるカメラ101の位置姿勢を示すデータが入力されることになる。

【0026】

次に、コンピュータ150を構成する各部について説明する。位置姿勢計測部103は、3次元位置姿勢センサ102を駆動・制御して、3次元位置姿勢センサ102にカメラ101のセンサ座標系における位置姿勢を計測させ、その計測結果（位置姿勢値）のデータを後段の指標座標投影計算部105に出力する処理を行う。

【0027】

指標情報データ保持部104には、現実空間における各指標の世界座標系における座標位置のデータが予め保存されており、指標座標投影計算部105は、3次元位置姿勢センサ102により計測されたセンサ座標系におけるカメラ101の位置姿勢を示すデータに基づいて後述の変換処理を行い、各指標の世界座標系における座標位置をカメラ101によって撮像された画像（撮像画像）上に投影し、撮像画像上における各指標の座標値を求める処理を行う。

【0028】

指標検出部106は、カメラ101により撮像され、入力された撮像画像から、この撮像画像に含まれる指標を検出し、撮像画像における座標位置を求める処理を行う。求めた座標位置のデータは後段の指標識別部107に出力する。

【0029】

指標識別部107は、指標座標投影計算部105から出力された「撮像画像上に投影された各指標の座標位置」と、指標検出部106から出力された「撮像画像から検出した各指標の座標位置」と、指標情報データ保持部104が保持する「各指標の法線ベクトル」（詳細は後述）と、カメラ101の世界座標系における姿勢から得られる「カメラ101

の視軸ベクトル」（詳細は後述）と、を用いて、撮像画像から検出した指標が、実際に配置された指標のうちのどの指標に対応するのかを求める。

【0030】

ここで「各指標の法線ベクトル」とは、各指標が位置する面（曲面の場合もあるがその場合には接面の法線ベクトル）の法線ベクトルを指す。従って指標情報データ保持部104は、各指標について、世界座標系における座標位置のデータと法線ベクトルの成分を表すデータとをセットにして保持している。ここで法線ベクトルの成分の表現方法は特に限定しないが、法線ベクトルを単位ベクトルとして、x軸方向成分、y軸方向成分、z軸方向成分で表現しても良いし、極座標系における表現方法を用いても良い。

【0031】

図13は、コンピュータ150の基本構成を示すブロック図である。1301はCPUで、RAM1302やROM1303に記憶されているプログラムやデータを用いてコンピュータ150全体の制御を行うと共に、後述する本実施形態に係る指標識別処理を行う。

【0032】

1302はRAMで、外部記憶装置1307や記憶媒体ドライブ1308からロードされたプログラムやデータを記憶するエリアを備えると共に、CPU1301が各処理を行うために使用するワークエリアも備える。

【0033】

1303はROMで、ここにブートプログラムなどを格納する。

【0034】

1304、1305は夫々キーボード、マウスで、CPU1301に各指示を入力するために用いられるものである。

【0035】

1306は表示部で、CRTや液晶画面などにより構成されており、画像や文字といった情報を表示するために用いられる。

【0036】

1307は外部記憶装置で、ハードディスクドライブなどの大容量情報記憶装置として機能する装置であって、ここにOSや本実施形態に係る指標識別処理をCPU1301に実行させるためのプログラムやデータなどを保存させておくことができる。なお、これらのプログラムやデータは、CPU1301の制御により、必要に応じてRAM1302に読み出されるものである。

【0037】

1308は記憶媒体ドライブで、CD-ROMやDVD-ROMなどに記憶されているプログラムやデータを外部記憶装置1307やRAM1302に読み出す処理を行う。また記憶媒体がCD-RやDVD-RAMなどの書き込み可能なものである場合には、これに情報を書き込む処理も行う。

【0038】

1309はインターフェース（I/F）で、図1に示したカメラ101、3次元位置姿勢センサ102をコンピュータ150に接続するためのもので、カメラ101により撮像された画像、3次元位置姿勢センサ102によって計測されたカメラ101のセンサ座標系における位置姿勢のデータはこのインターフェース1309を介してRAM1302に入力される。

【0039】

1310は上述の各部を繋ぐ、バスである。

【0040】

次に、本実施形態に係る指標識別処理について、同処理のフローチャートを示す図4を用いて、以下説明する。尚、同図のフローチャートに従ったプログラムは外部記憶装置1307や記憶媒体に格納されており、CPU1301の制御によりRAM1302に読み出され（記憶媒体に格納されている場合には、記憶媒体ドライブ1308を制御してこの

記憶媒体から読み出す)、CPU1301がこれを実行することで、本実施形態に係る情報処理装置は後述の処理を実行することになる。従って以下の説明で登場する位置姿勢計測部103、指標座標投影計算部105、指標検出部106、指標識別部107は本実施形態では夫々プログラムにより実現されるものであるが、これらをハードウェアにより実現しても良いことは言うまでもない。

【0041】

ステップS401では、3次元位置姿勢センサ102を制御して、カメラ101のセンサ座標系における位置姿勢を計測させ、その計測結果のデータを信号として指標座標投影計算部105に入力する。次にステップS402では、指標座標投影計算部105がステップS401で得られたカメラ101のセンサ座標系における位置姿勢のデータを用いて、ビューイング変換行列を求める。

【0042】

ビューイング変換とは、カメラ101の視点位置を原点とし、撮像面を $x-y$ 平面、視軸を z 軸負へのベクトルとおいた3次元座標系をカメラ座標系とし、現実空間中の1点を原点とし、この原点から互いに直交する3つの軸を x 軸、 y 軸、 z 軸とする座標系を世界座標系としたときに、この2つの座標系間の座標変換のことである。従ってビューイング変換行列とは、この2つの座標系間の座標変換を行うための行列である。よって、このビューイング変換行列を求めておけば、世界座標系上にある座標値をカメラ座標系の座標値に変換することが可能となる。また、このビューイング変換行列は換言すれば、世界座標系におけるカメラ101の位置姿勢を示すものでもある。

【0043】

ここで、センサ座標系と世界座標系との間の関係は既知であるとする(例えば、センサ座標系は世界座標系上に固定された関係にある)、センサ座標系上の位置姿勢は世界座標系上の位置姿勢に容易に変換できる。そのため、センサ座標系で得られているカメラの位置姿勢を基にして、ビューイング変換行列を生成することができる。

【0044】

次に、ステップS403では、指標座標投影計算部105が、指標情報データ保持部104に予め保持されている世界座標系における各指標の位置を、ステップS402で求めたビューイング変換行列によってカメラ座標系における位置へと変換し、更に、カメラの透視投影変換計算を行うことによって撮像画像面への投影座標を計算する。即ち、ステップS403では、指標の世界座標系における位置と、求めたビューイング変換行列に従ったカメラ101の位置姿勢との関係に基づいて、各指標が撮像画像上に位置すべき座標位置を求める。

【0045】

なお、カメラの透視投影変換は、カメラ101の焦点距離や主点(投影中心)位置によって一意に定まるものであり、このカメラ101の焦点距離や主点(投影中心)位置は予め測定し、データとして外部記憶装置1307や記憶媒体に記憶させておき、必要に応じてRAM1302に読み出されるものである。

【0046】

このように、撮像画像上に指標を投影し、投影後の座標位置を求める処理については周知の技術であるので、これ以上の詳細な説明は省略する。

【0047】

さらに、ステップS404では、指標座標投影計算部105が、位置姿勢計測部103より得られるカメラ101の姿勢計測値を基にして、カメラ101の視軸ベクトルを算出する。カメラ101の視軸ベクトルとは、カメラ座標系の z 軸負の方向のことであり、換言すれば、世界座標系におけるカメラ101の姿勢成分がカメラ101の視軸ベクトルの成分である。従って、カメラ101の姿勢計測値をビューイング変換行列によって世界座標系におけるカメラ101の位置姿勢を求めることにより、容易に得ることができる。なお、この視軸ベクトルは単位ベクトルとして、 x 軸方向成分、 y 軸方向成分、 z 軸方向成分で表現しても良いし、極座標系における表現方法を用いても良い。

【0048】

また、ステップS401、S402、S403、S404の工程を行う一方で、ステップS405では、カメラ101によって現実空間の画像を撮像し、後段の指標検出部106に出力する。ステップS406では、指標検出部106は、この撮像画像に含まれている指標を検出し、検出した座標位置を求める処理を行う。撮像画像中の指標の座標位置の検出処理については、例えば、指標に特定色を配色しておき、撮像画像においてこの特定色の閉領域を検出し、検出した閉領域の重心位置をもって指標の座標位置とする方法や、予め現実空間を撮影して指標となる領域をテンプレートとして用意しておき、テンプレートマッチングを行う方法などがあり、本実施形態では撮像画像中の指標の座標位置を検出することが可能な方法であれば、何れの方法を適用しても良い。

【0049】

以上のステップで、

- ・ 指標を、撮像画像に投影した場合に、この撮像画像上における指標の座標位置
- ・ 撮像画像から検出した指標の座標位置
- ・ カメラ101の視軸ベクトル

を求めることができた。

【0050】

本実施形態で最終的に行いたいことは指標の識別を行うことであり、換言すれば、撮像画像から検出した指標が、現実空間に配置されている指標のうちのどれにあたるのかを判別することである（指標識別処理）。

【0051】

この方法として従来では、カメラの世界座標系における位置姿勢に基づいて撮像画像に投影した指標の座標位置と、撮像画像から検出した指標の座標位置との間の距離を利用して、夫々の指標が対応するものであるか否かの判定を行っていたのは上述の通りであり、その方法では、上述の通り、図3に示すような条件の場合に誤判定を行ってしまう問題がある。

【0052】

そこで本実施形態ではステップS407において、撮像画像に投影した指標の撮像画像上における指標の座標位置と、撮像画像から検出した指標の座標位置とに加えて、指標情報データ保持部104が保持する「各指標の法線ベクトルのデータ」と、ステップS404で得られたカメラ101の視軸ベクトルとを利用して、指標の判別を行う。

【0053】

まず、撮像画像に投影した指標のうち、指標識別処理の対象となる指標を選択する処理を行う。これは、カメラ101が指標のほぼ正面をとらえているか否かを判定することにより行われる処理である。この処理についてより詳細に説明する。

【0054】

まず、注目指標の法線ベクトルとカメラ101の視軸ベクトルとが成す角度が所定値以上であるか否かを判定する。そしてこの角度が所定値以上である場合には、この注目指標を「後で行う指標識別処理の対象として用いるべき指標」であるということを示すために、この注目指標指標に対して設けられるフラグの値を1にする。一方、この角度が所定値以上でない場合には、この注目指標を「後で行う指標識別処理の対象として用いるべきでない指標」であるということを示すために、この注目指標に対して設けられるフラグの値を0にする。

【0055】

例えば、指標をカメラ101が正面から捕らえていて、カメラ101に対して正対している場合には、この指標の法線ベクトルとカメラ101の視軸ベクトルとが成す角度は180度近く（完全に正対している場合は180度）となり、図3に示すような塔状物体の裏側に指標がある場合には、指標の法線ベクトルはカメラ101の視軸ベクトルに近い方向を示すこととなるため、2つのベクトルのなす角は小さくなる。

【0056】

すなわち、この2つのベクトルのなす角が90度以上であるか否かを利用することにより、指標の表側がカメラ101に向いているか、裏側がカメラ101に向いているのかを判定することができる。さらには、指標の表側がカメラ101に向いている場合であっても、指標の法線ベクトルとカメラ101の視軸ベクトルが垂直に近いような場合には、必ずしも指標が画像として正常に捉えられているとは限らないため、なす角の判定基準を90度よりも大きくし(90度+ α ($\alpha > 0$))、単に指標の表側がカメラ101を向いているというだけではなく、より正対した姿勢の指標に関してのみ、対応付けを行うことも可能である。

【0057】

このようにすることで、カメラ101から見て、物体の影などにより見えない指標を上記指標識別処理から除外することにより、間違った対応付けの発生を抑制することができる。

【0058】

このようにして、撮像画像に投影した全ての指標について、上記角度計算、及び計算した角度と所定値との比較処理を行い、各指標について設けられたフラグの値にその比較結果を反映させることにより、「後で行う指標識別処理の対象として用いるべき指標」を得ることができる。

【0059】

そして、上記処理によって「指標識別処理の対象として用いるべき指標」とされた指標(即ちフラグの値が1の指標)のみを撮像画像上に投影し、この投影座標位置と、撮像画像上から検出した指標の座標位置とを比較し、最も近い座標位置の指標同士を対応付ける処理を行う。このようにすることで、最も近い座標位置同士を対応付ける際に、夫々の指標は必ず可視可能な位置のものであるので、間違った対応付けの発生を抑制することができる。

【0060】

ここで本実施形態では、指標の法線ベクトルとカメラ101の視軸ベクトルとが成す角度が所定値以上であるか否かに応じて、この指標を上記指標識別処理から除外するか否かを判定していたが、以下のようにして判定しても良い。

【0061】

注目指標の法線ベクトルとカメラ101の視軸ベクトル(夫々のベクトルを x 、 y とし、更に夫々のベクトルの大きさを1に正規化したとする)が成す角度 θ の代わりに、 $\cos \theta$ を用いる。この $\cos \theta$ は、

$$\cos \theta = x \cdot y \quad (x \cdot y \text{ はベクトル } x \text{ とベクトル } y \text{ との内積を表す})$$

として求めることができる。そして、求めた $\cos \theta$ の値が例えば $-1 \leq \cos \theta \leq A$ ($A < 0$)である場合には、即ち2つのベクトルが成す角度 θ が少なくとも($A = 0$)90度以上であるから、 $\cos \theta$ がこの範囲内であれば、この注目指標を上記指標識別処理に適用するようにすればよい。このように $\cos \theta$ を用いても、注目指標を上記指標識別処理から除外するか否かを判断することができる。

【0062】

また、本実施形態では指標識別処理を行う際には先ず、各指標に対するフラグの値を決定する処理を行ったが、これに限定されるものではなく、注目指標が「後で行う指標識別処理の対象として用いるべき指標」と決定された場合には、この注目指標の投影位置と、その他のいくつかの「撮像画像から検出された指標の座標位置」とで距離の比較処理を行うというような、逐次的に距離の比較処理を行うようにしても良い。

【0063】

[第2の実施形態]

第1の実施形態では、カメラ101に3次元位置姿勢センサ102を配置し、カメラ101が動的に動く状況にて、現実空間に固定された指標を撮像する場合を想定した実施形態であるが、本実施形態では、カメラ101を固定し、3次元位置姿勢センサ102および指標を配置した物体を動かす。尚、本実施形態について、以下説明する部分以外につい

ては第1の実施形態と同様である。

【0064】

図6は本実施形態に係るシステムの模式図である。601は現実空間を撮像するカメラで、第1の実施形態におけるカメラ101と同様のものであるが、異なるのは、その世界座標系における位置姿勢が固定されていることである。600は3次元位置姿勢センサ602、指標603、604を固定して取り付け付けた物体で、その位置姿勢は3次元位置姿勢センサ602により常に計測されている。

【0065】

図5は、本実施形態に係る情報処理装置を含むシステムの機能構成を示すブロック図である。このシステムは、現実空間を撮像するカメラ501、物体600の位置姿勢を計測する3次元位置姿勢センサ502、本実施形態に係る情報処理装置として機能するコンピュータ550に大別される。

【0066】

カメラ501は第1の実施形態におけるカメラ101と同様のもので、現実空間の画像を撮像して後段の指標検出部506に出力する動作を行う。上述の通りカメラ501の世界座標系における位置姿勢は固定されているので、固定された位置姿勢のデータは予め測定しておき、指標情報データ保持部504に保持させておく。また、カメラ501の世界座標系における位置姿勢が固定されていると言うことは、上述のビューイング変換行列は予め求めておくことができるので、これを予め求めておき、求めた結果を指標情報データ保持部104に保持させておく。

【0067】

3次元位置姿勢センサ502は上述の通り、物体600に固定されて取り付けられたもので、物体600の3次元位置姿勢（位置、姿勢共に3自由度）を計測するのであるが、計測するのは第1の実施形態と同様に、「センサ座標系における」物体600の位置姿勢である。従って後述するコンピュータ550にはカメラ501により撮像された現実空間の画像のデータと共に、3次元位置姿勢センサ502により計測されたセンサ座標系における物体600の位置姿勢を示すデータが入力されることになる。

【0068】

次に、コンピュータ550を構成する各部について説明する。位置姿勢計測部503は、3次元位置姿勢センサ502を駆動・制御して、3次元位置姿勢センサ502に物体600のセンサ座標系における位置姿勢を計測させ、その計測結果（位置姿勢値）のデータを後段の指標座標投影計算部505に出力する処理を行う。

【0069】

指標情報データ保持部104には、現実空間における各指標の物体座標系（物体600中の1点を原点とし、この原点から互いに直交する3つの軸をx軸、y軸、z軸とする座標系を物体座標系）における座標位置のデータ、及びカメラ501の世界座標系における位置姿勢のデータ、ビューイング変換行列のデータが予め保存されており、指標座標投影計算部105は、これらのデータに基づいて後述の変換処理を行い、各指標の世界座標系における座標位置をカメラ501によって撮像された画像（撮像画像）上に投影し、撮像画像上における各指標の座標値を求める処理を行う。

【0070】

指標検出部506は、第1の実施形態の指標検出部106と同様の処理を行うものであって、カメラ501により撮像され、入力された撮像画像から、この撮像画像に含まれる指標を検出し、撮像画像における座標位置を求める処理を行う。求めた座標位置のデータは後段の指標識別部507に出力する。

【0071】

指標識別部507は、指標座標投影計算部505から出力された「撮像画像上に投影された各指標の座標位置」と、指標検出部506から出力された「撮像画像から検出した各指標の座標位置」と、指標情報データ保持部504が保持する指標の法線ベクトルのデータを後述の変換処理によって変換した「世界座標系における成分を有する各指標の法線ベ

クトルのデータ」(詳細は後述)と、指標情報データ保持部104が保持するカメラ501の世界座標系における姿勢から得られる「カメラ501の視軸ベクトル」と、を用いて、撮像画像から検出した指標が、実際に配置された指標のうちのどの指標に対応するのかを求める。

【0072】

以上が本実施形態に係る情報処理装置の機能構成であるが、基本構成については第1の実施形態と同じ、即ち、図13に示したものと同一である。

【0073】

次に、本実施形態に係る指標識別処理について、同処理のフローチャートを示す図7を用いて、以下説明する。尚、同図のフローチャートに従ったプログラムは外部記憶装置1307や記憶媒体に格納されており、CPU1301の制御によりRAM1302に読み出され(記憶媒体に格納されている場合には、記憶媒体ドライブ1308を制御してこの記憶媒体から読み出す)、CPU1301がこれを実行することで、本実施形態に係る情報処理装置は後述の処理を実行することになる。従って以下の説明で登場する位置姿勢計測部503、指標座標投影計算部505、指標検出部506、指標識別部507は本実施形態では夫々プログラムにより実現されるものであるが、これらをハードウェアにより実現しても良いことは言うまでもない。

【0074】

ステップS701では、3次元位置姿勢センサ502を制御して、物体600のセンサ座標系における位置姿勢を計測させ、その計測結果のデータを信号として指標座標投影計算部505に入力する。次にステップS702では、指標座標投影計算部505がステップS701で得られた物体600のセンサ座標系における位置姿勢のデータを用いて、モデリング変換行列を求める。

【0075】

モデリング変換とは、現実空間中の1点を原点としてこの原点から互いに直交する3つの軸をx軸、y軸、z軸とする座標系を世界座標系とし、物体600中の1点を原点とし、この原点から互いに直交する3つの軸をx軸、y軸、z軸とする座標系を物体座標系としたときに、この2つの座標系間の座標変換のことである。従ってモデリング変換行列とは、この2つの座標系間の座標変換を行うための行列である。よって、このモデリング変換行列を求めておけば、物体座標系の座標値を世界座標系上にある座標値に変換することが可能となる。

【0076】

次に、ステップS703では、指標座標投影計算部105が、指標情報データ保持部104に予め保持されている物体座標系における各指標の位置を、ステップS702で求めたモデリング変換行列によって世界座標系における位置へと変換し、更に、指標情報データ保持部104が保持するビューイング変換行列によるビューイング変換、及びカメラの透視投影変換計算を行うことによって、撮像画像面への投影座標を計算する。即ち、ステップS703では、カメラ501、物体600の位置姿勢に基づいて各指標が撮像画像上に位置すべき座標位置を求める。

【0077】

なお、カメラの透視投影変換は、カメラ501の焦点距離や主点(投影中心)位置によって一意に定まるものであり、このカメラ501の焦点距離や主点(投影中心)位置は予め測定し、データとして外部記憶装置1307や記憶媒体に記憶させておき、必要に応じてRAM1302に読み出されるものである。

【0078】

このように、撮像画像上に指標を投影し、投影後の座標位置を求める処理については周知の技術であるので、これ以上の詳細な説明は省略する。

【0079】

さらに、ステップS704では、指標座標投影計算部505が、ステップS702で求められたモデリング変換行列を用いて、指標情報データ保持部104が保持する物体座標

系における成分を有する各指標の法線ベクトルを、世界座標系における成分を有する法線ベクトルに変換する。

【0080】

また、ステップ S 7 0 1、S 7 0 2、S 7 0 3、S 7 0 4 の工程を行う一方で、ステップ S 7 0 5 では、カメラ 5 0 1 によって現実空間の画像を撮像し、後段の指標検出部 5 0 6 に出力する。ステップ S 7 0 6 では、指標検出部 5 0 6 は、この撮像画像に含まれている指標の座標位置を検出する処理を行う。撮像画像中の指標の座標位置の検出処理については第 1 の実施形態と同様の処理を行う。

【0081】

以上のステップで、

- ・ 指標を、撮像画像に投影した場合に、この撮像画像上における指標の座標位置
- ・ 撮像画像から検出した指標の座標位置
- ・ 世界座標系における成分を有する各指標の法線ベクトル

を求めることができた。また、カメラ 1 0 1 の視軸ベクトルについては、カメラ 5 0 1 の世界座標系における位置姿勢が固定であるために、この姿勢成分から容易に得ることができる。従ってこれら 4 つの情報を得ることができたので、後は第 1 の実施形態と同様の処理を行うことができる。

【0082】

以上の説明により、本実施形態によって、カメラを固定し、3 次元位置姿勢センサおよび指標を配置した物体を動かしても、指標識別処理を行うことができる。

【0083】

[第 3 の実施形態]

第 1 の実施形態は、カメラに 3 次元位置姿勢センサを配置し、カメラが動的に動く状況にて、現実空間に固定された指標を撮像する場合を想定した実施形態であり、第 2 の実施形態は、カメラを固定し 3 次元位置姿勢センサおよび指標を配置した物体を動かす場合を想定した実施形態である。これらを組み合わせ、カメラにも対象物体にも 3 次元位置姿勢センサをそれぞれ固定し、物体に指標を配置しても良い。すなわち、カメラが動的に動き、かつ、物体も動的に動くような場合である。

【0084】

この実施形態は、第 2 の実施形態を基にして以下の変更を加えればよい。即ち、第 2 の実施形態のステップ S 7 0 3 で行っている処理として、カメラのビューイング変換行列は既知としているが、このビューイング変換をカメラに固定された 3 次元位置姿勢センサの計測値を基にして第 1 の実施形態で説明した如く求めればよい。

【0085】

[第 4 の実施形態]

第 1 から第 3 までの実施形態では、いずれも、指標の法線ベクトルが明示的に指標情報データ保持部に記録されており、その法線ベクトルを利用する処理を行っている。しかし、利用する指標の種類によっては、法線ベクトルは必ずしも明示的に記録されている必要はない。

【0086】

例えば、図 8 に示すように、黒い正方形の内部に白い正方形があるような指標を利用する場合、指標の頂点の座標位置（世界座標系における座標位置、もしくは世界座標系における座標位置に変換できるのであればその他の座標系における座標位置でも可）を記録しておけば、この指標に対する法線ベクトルを直接的に記録しておかなくても法線ベクトルを計算することができる。

【0087】

これは、4 頂点のなす平面の法線（直線であり向きは不定）が指標の法線ベクトルの含まれる直線であることを利用して、図 1 2 に示すように 4 頂点の並びを利用して、その直線上での向きを決定すればよい。具体的な計算方法としては、図 1 2 中の頂点 1 から頂点 2 へのベクトルと、頂点 2 から頂点 3 へのベクトルの外積ベクトルを計算する方法がある。

。すなわち、利用する指標が面的な拡がりをもつ図形である場合には、必ずしも法線ベクトルを明示的に記録しておく必要はない。このようにして、頂点情報などの明示的な法線情報ではない情報から法線ベクトルを計算し、得られた法線ベクトルを利用して指標の識別を行うことができる。

【0088】

また、指標の法線ベクトルではなく、指標の位置姿勢を記録しておくことによって、指標の姿勢情報から法線ベクトルを計算することもできることもいうまでもない。

【0089】

[第5の実施形態]

第1の実施形態に示した指標の識別結果を活用するカメラの位置姿勢推定方法の好適な実施形態を示す。

【0090】

図10は本実施形態に係る情報処理装置を含むシステムの機能構成を示すブロック図である。同図に示す機能構成を有するシステムは、上述の通り、第1の実施形態で説明した、撮像画像上で同じ指標同士を対応付ける処理を行った結果を用いて、HMDの位置姿勢を補正する処理を行うものである。また、同図に示したシステムは、HMD1000と、本実施形態に係る情報処理装置として機能するコンピュータ1050に大別される。

【0091】

HMD1000は3次元位置姿勢センサ1002、カメラ1001、表示部1011により構成されており、これらは一体となってHMD本体1000に取り付けられている、所謂ビデオシースルー型のHMDである。3次元位置姿勢センサ1002、カメラ1001については基本的には第1の実施形態における3次元位置姿勢センサ102、カメラ101と同じものである。表示部1011は、後述するコンピュータ1050の画像合成部1010から出力された画像を表示するものである。

【0092】

次に、コンピュータ1050を構成する各部について説明する。位置姿勢計測部1003、指標情報データ保持部1004、指標座標投影計算部1005、指標検出部1006、指標識別部1007は夫々、第1の実施形態における（図1に示した）位置姿勢計測部103、指標情報データ保持部104、指標座標投影計算部105、指標検出部106、指標識別部107と同じ処理を行うので、その説明は省略する。

【0093】

位置姿勢補正部1008は、指標識別部1007で対応付けられた2つの指標（一方は撮像画像から検出されたもの、他方は、撮像画像上に投影されたもの）の座標位置間の距離に基づいて、3次元位置姿勢センサ1002が計測した結果に基づく、HMD1000の位置姿勢の計測値を補正する処理を行う。

【0094】

画像生成部1009は、位置姿勢補正部1008で補正した位置姿勢を視点の位置姿勢として用い、この視点から見た仮想空間の画像を作成する。画像合成部1010は、カメラ1001による撮像画像と、画像生成部1009が生成した仮想空間の画像とを合成する処理を行う。その合成結果はHMD1000の表示部1011に出力され、そこで表示される。

【0095】

尚、本実施形態に係るコンピュータ1050の基本構成についても第1の実施形態と同様（即ち図13に示す基本構成）とする。

【0096】

次に、本実施形態に係るコンピュータ1050が行う、合成画像を表示部1011に出力するまでの処理について、同処理のフローチャートを示す図11を用いて、以下説明する。尚、同図のフローチャートに従ったプログラムは外部記憶装置1307や記憶媒体に格納されており、CPU1301の制御によりRAM1302に読み出され（記憶媒体に格納されている場合には、記憶媒体ドライブ1308を制御してこの記憶媒体から読み出

す)、CPU1301がこれを実行することで、本実施形態に係る情報処理装置は後述の処理を実行することになる。従って以下の説明で登場する位置姿勢計測部1003、指標座標投影計算部1005、指標検出部1006、指標識別部1007、位置姿勢補正部1008、画像生成部1009、画像合成部1010は本実施形態では夫々プログラムにより実現されるものであるが、これらをハードウェアにより実現しても良いことは言うまでもない。

【0097】

ステップS1101ではまず、指標情報データ保持部1004に指標データを読み込む。これは、例えば図9に示すようなテキストデータをファイルとして保存しておいた記憶装置から読み込む処理である。図9の901は指標の種類を表現しており、この例では色をもつ点状の指標を表しており、902にその座標値を903にその法線ベクトルを904にその色を記録してあることを意味する。このデータに示すように、指標情報データ保持部1004は、指標の座標値と共にその法線ベクトルを情報として保持することとなる。

【0098】

続いて、ステップS1102にて、上述した図4に示すステップS401～ステップS407までの処理を行い、夫々対応する指標同士を対応付ける処理を行う。

【0099】

ステップS1103では、ステップS1102で対応付けられた夫々の指標間の距離（ステップS403で得た投影座標値と、ステップS406で得た検出座標値との間の距離）に基づいて、位置姿勢補正部1008は、ステップS402で得られたビューイング変換の補正を行う。

【0100】

このビューイング変換の補正方法に関しては、ニュートン法などの繰り返し演算により誤差が最小となるようにする方法を用いてもよいし、指標間の誤差が最小となるように回転変換のみを修正するような方法であってもよい。

【0101】

ステップS1103ではビューイング変換行列を補正することを行っているのであるが、これは換言すれば、世界座標系におけるカメラ101の位置姿勢のデータを補正していることになる。このような、同じ指標で、ステップS403で得た投影座標値と、ステップS406で得た検出座標値との間の距離を最小にするように、ビューイング変換行列を修正する方法については周知の技術であるので、ここでの説明は省略する。

【0102】

次に、ステップS1104では、カメラ101により撮像された現実空間の画像を画像合成部1010に送る。次に、ステップS1105では、画像生成部1009は、ステップS1103で修正されたビューイング変換行列を用いて、上述の通り、仮想空間の画像を生成し、画像合成部1010に送る。画像合成部1010には先に現実空間の画像が送られているので、後で送られた仮想空間の画像はこれに重ねられ、結果的に現実空間の画像と仮想空間の画像との合成画像が画像合成部1010にて生成されることになる。従って画像合成部1010はこの合成画像をHMD1000の表示部1011に出力する。表示部1011はこの合成画像を表示する。

【0103】

ここで、このステップS1104～ステップS1106までの処理は、得られたカメラのビューイング変換を有効に利用する例として現実空間に仮想空間もしくは仮想物体を融合する場合の工程を示しているのもであって、他の用途にカメラのビューイング変換を利用してもよい。もちろん、ビューイング変換が求まっていれば、その逆変換を計算することにより、世界座標系におけるカメラの位置姿勢に変換することが容易にできるので、カメラの位置姿勢を用いる用途に利用することも可能であることは言うまでもない。

【0104】

その後、ステップS1107にて終了の判定を行い、終了しない場合には、処理をステ

ップS1102に戻し、以降、ステップS1102～ステップS1106までの処理を繰り返す。

【0105】

〔第6の実施形態〕

第5の実施形態は、第1の実施形態の指標識別方法をカメラの位置姿勢推定方法に利用した場合の実施形態であるが、第2の実施形態の指標識別方法、または第3の実施形態の指標識別方法を利用することにより、第5の実施形態と同様な工程で同様の目的が達成できるということはいうまでもない。

【0106】

〔その他の実施形態〕

本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記録媒体（または記憶媒体）を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記録媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。この場合、記録媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記録した記録媒体は本発明を構成することになる。

【0107】

また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているオペレーティングシステム（OS）などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0108】

さらに、記録媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張カードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張カードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0109】

本発明を上記記録媒体に適用する場合、その記録媒体には、先に説明したフローチャートに対応するプログラムコードが格納されることになる。

【図面の簡単な説明】

【0110】

【図1】 本発明の第1の実施形態に係る情報処理装置を含むシステムの機能構成を示すブロック図である。

【図2】 従来技術の問題点を説明するための、現実空間に配置される指標となるマーカ、3次元位置姿勢計測装置が固定されたカメラの形態を表す模式図である。

【図3】 従来技術の問題点を説明するための、3次元位置姿勢センサの計測値を画面に投影した座標と、指標を画像から検出した座標とを表す模式図である。

【図4】 本発明の第1の実施形態に係る指標識別処理のフローチャートである。

【図5】 本発明の第2の実施形態に係る情報処理装置を含むシステムの機能構成を示すブロック図である。

【図6】 本発明の第2の実施形態に係るシステムの模式図である。

【図7】 本発明の第2の実施形態に係る指標識別処理のフローチャートである。

【図8】 本発明の第4の実施形態における面的な拡がりをもつ図形である指標の一例を示す図である。

【図9】 指標情報データを記録したファイルの内容を示す図である。

【図10】 本発明の第5の実施形態に係る情報処理装置を含むシステムの機能構成を示すブロック図である。

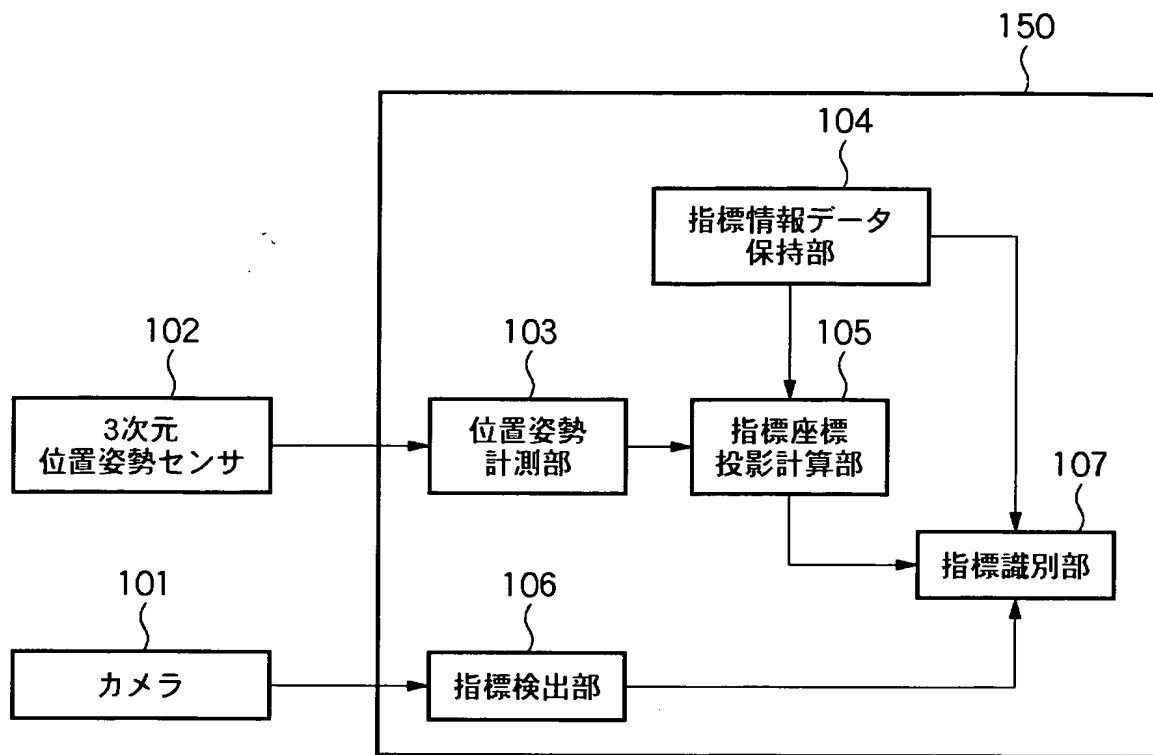
【図 1 1】本発明の第 5 の実施形態に係るコンピュータ 1 0 5 0 が行う、合成画像を表示部 1 0 1 1 に出力するまでの処理のフローチャートである。

【図 1 2】図 8 の指標の法線ベクトルの計算方法を説明する図である。

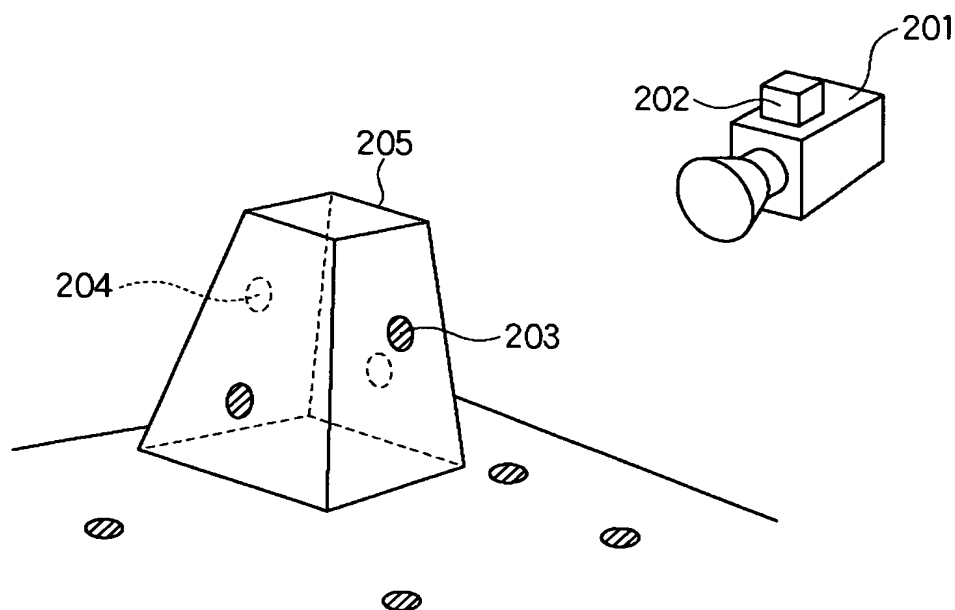
【図 1 3】コンピュータ 1 5 0 の基本構成を示すブロック図である。

【書類名】 図面

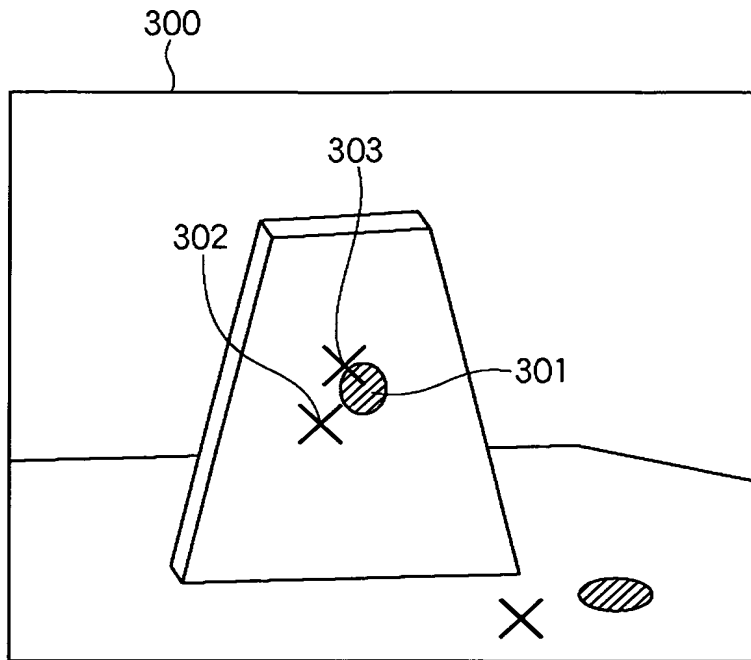
【図 1】



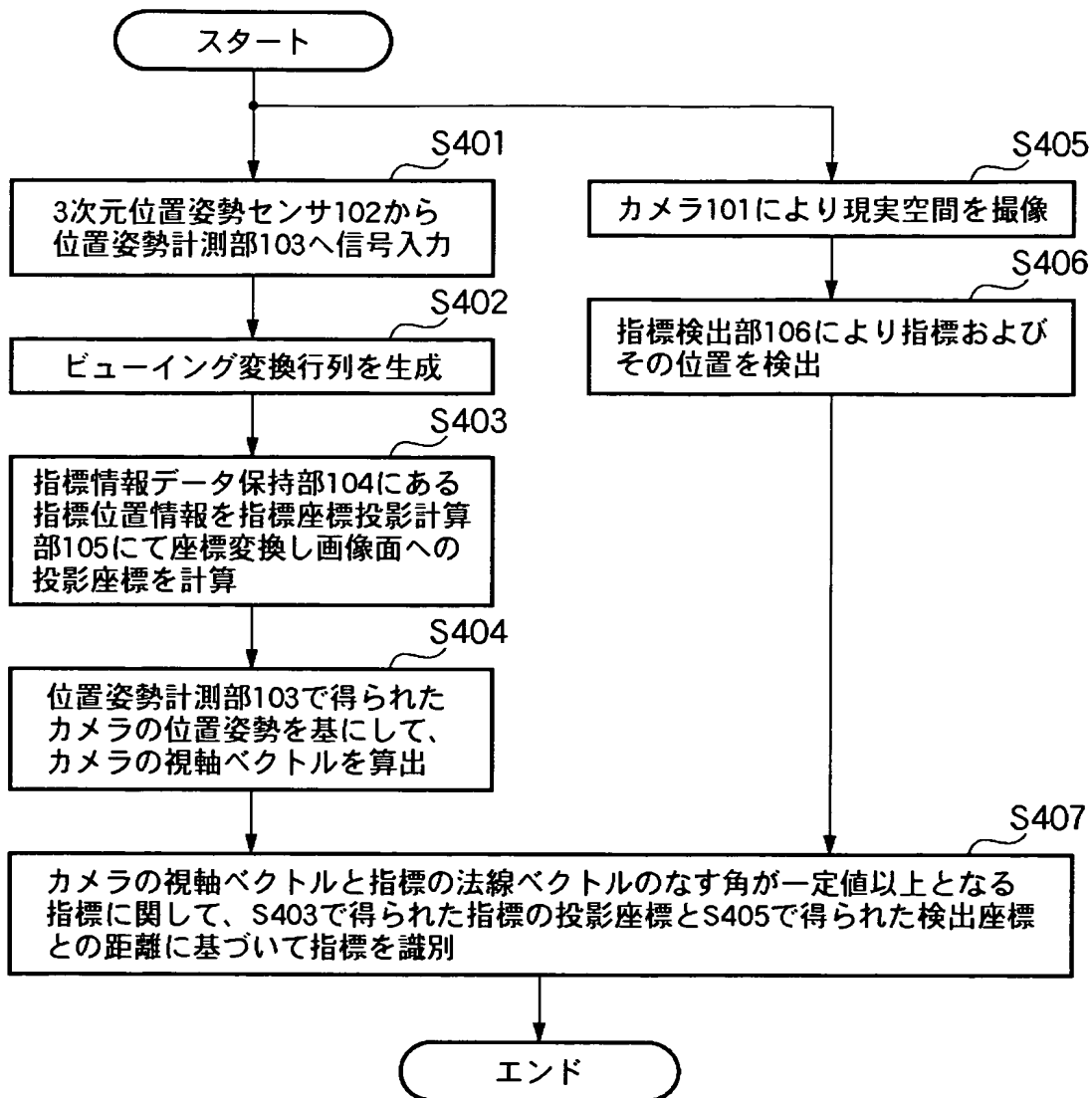
【図 2】



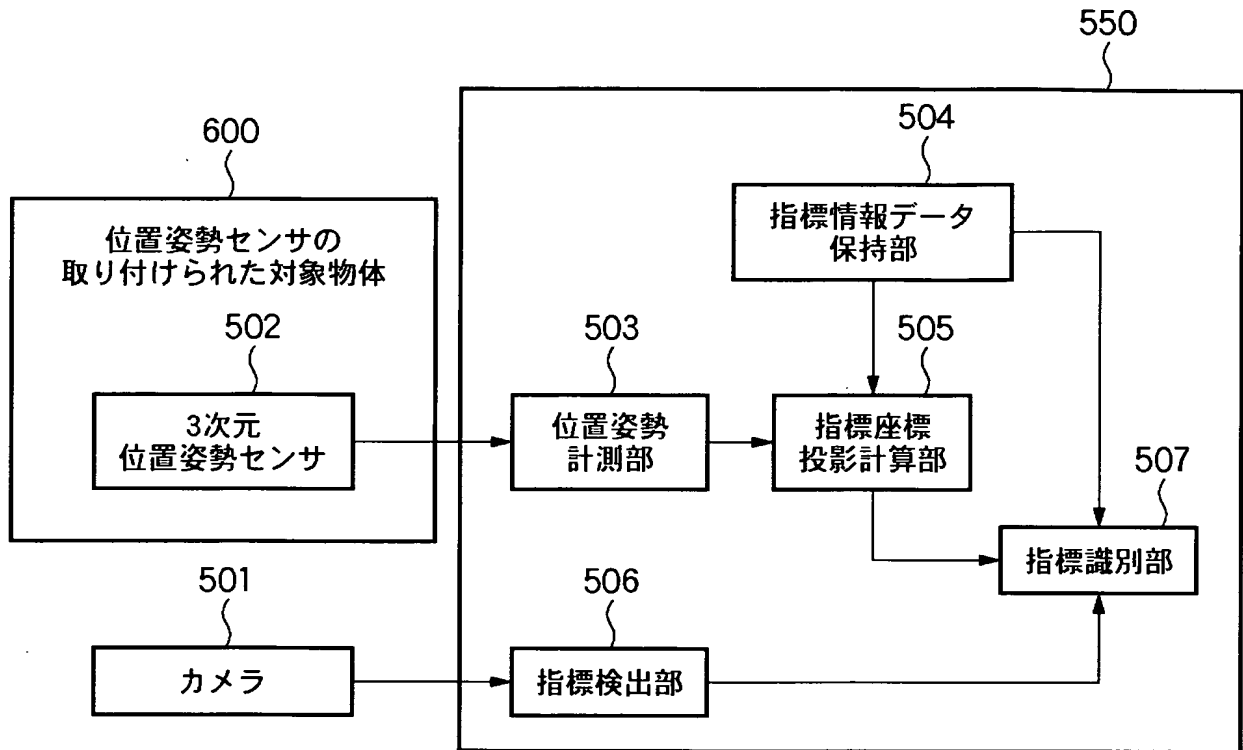
【図 3】



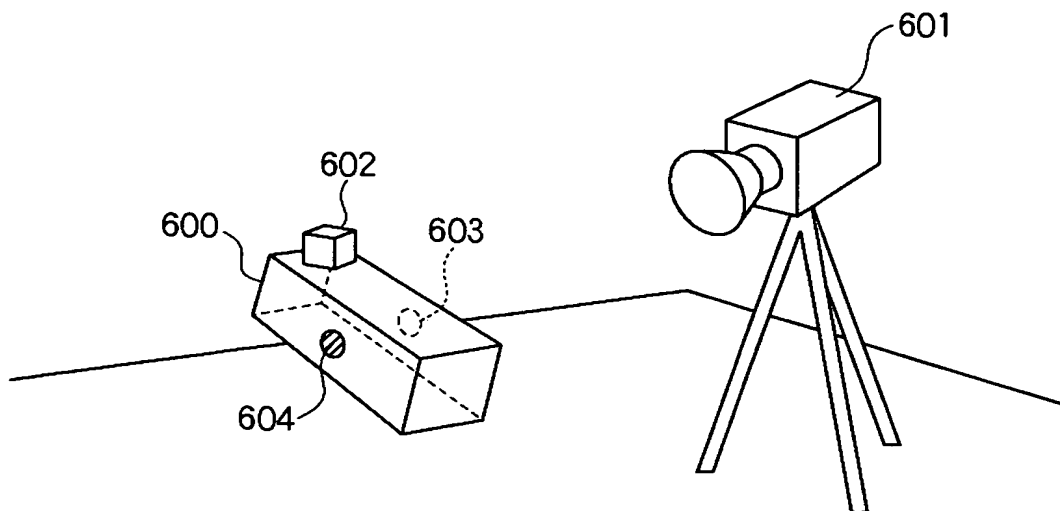
【図 4】



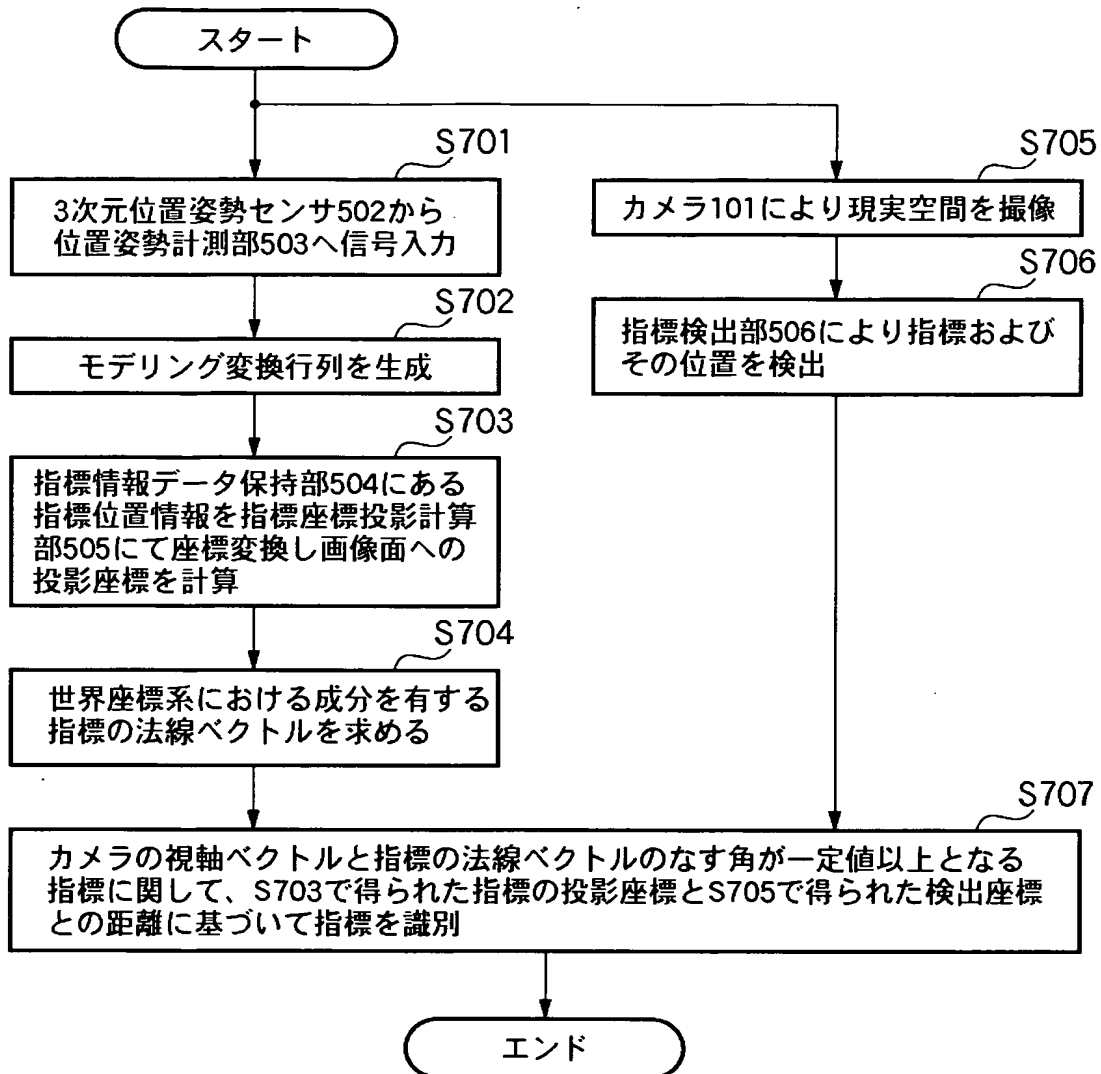
【図 5】



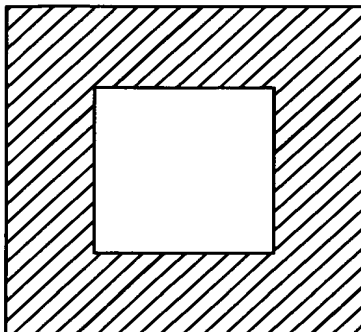
【図 6】



【図 7】



【図 8】

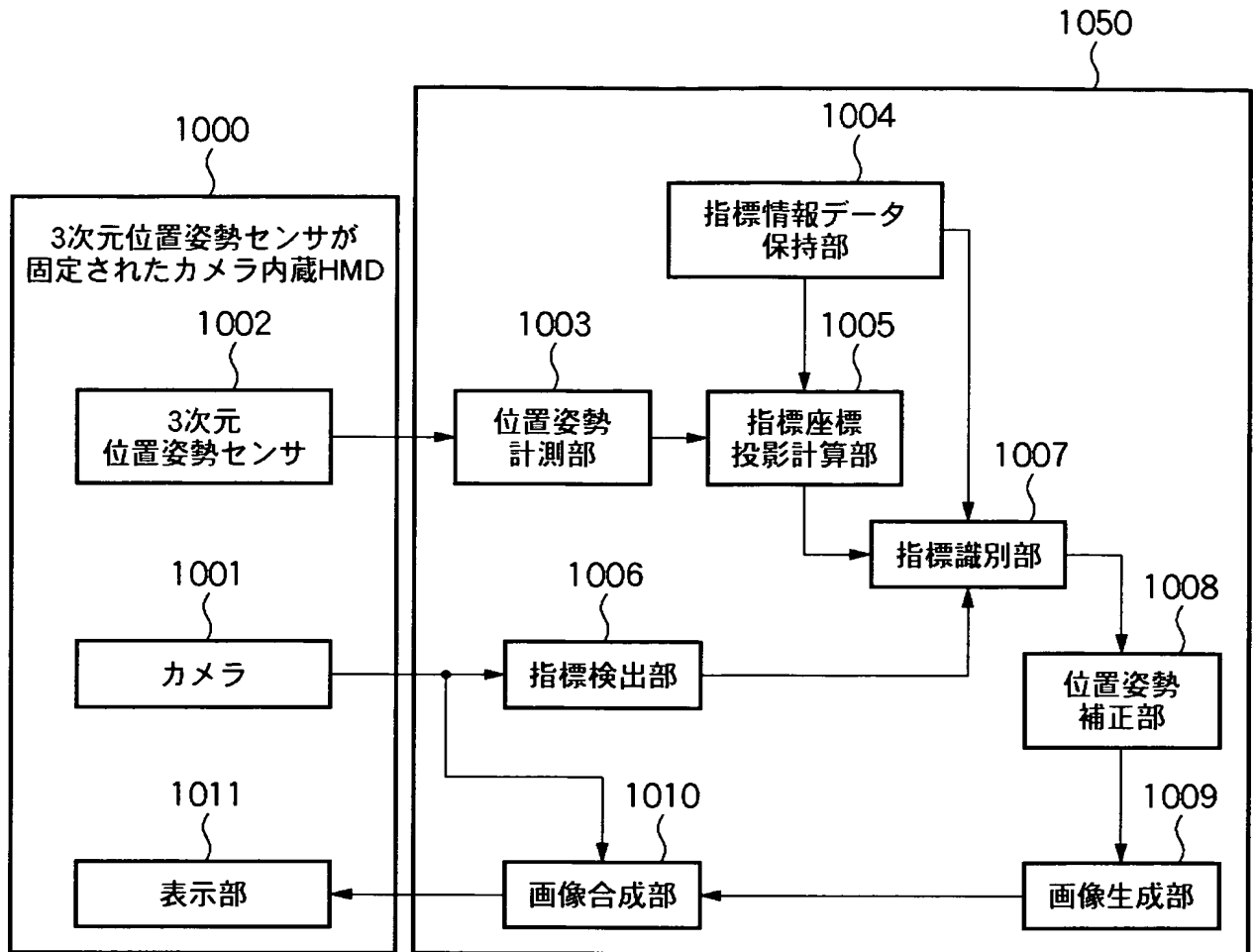


【図 9】

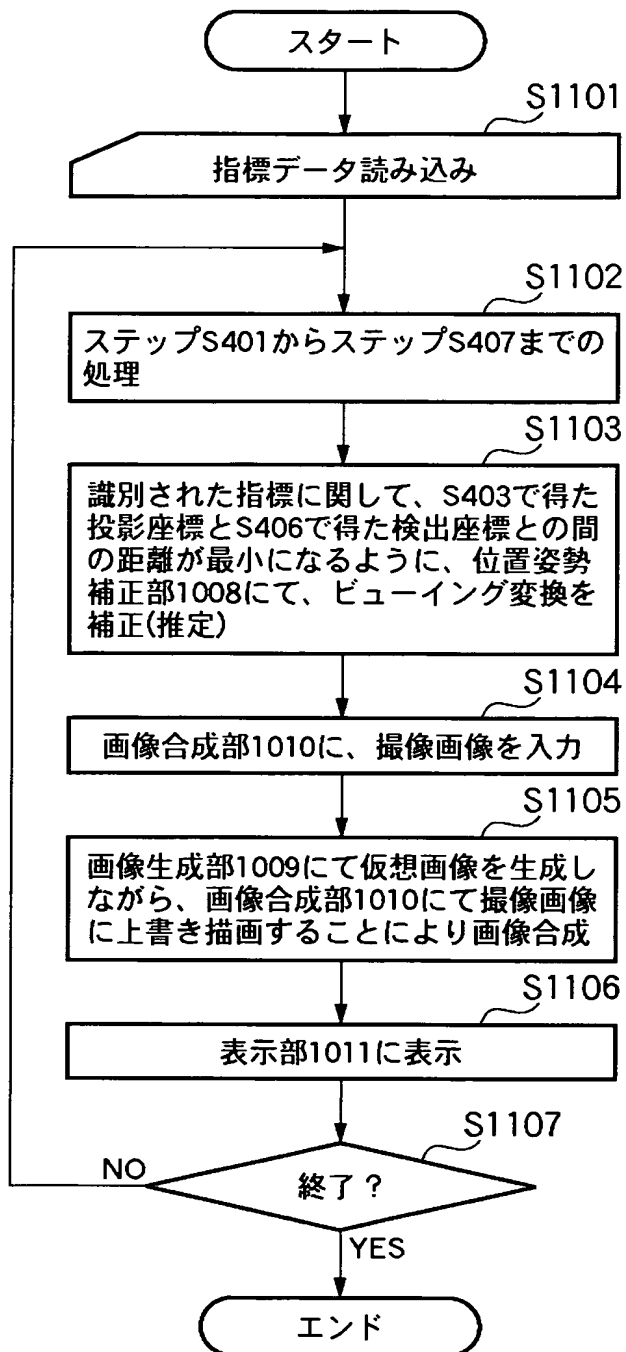
```

    901
{
    PointMarker p1 {
        Position    ( 0, 0, 80 ) ~ 902
        normalVector ( 1, 0, 0 ) ~ 903
        color       red ~ 904
    }
    PointMarker p2 {
        Position    ( 0, 0, -200 )
        normalVector ( 0, 1, 0 )
        color       red
    }
    PointMarker p3 {
        Position    ( 0, 100, 0 )
        normalVector ( -1, 0, 0 )
        color       red
    }
    PointMarker p4 {
        Position    ( 0, 80, 0 )
        normalVector ( 0, -1, 0 )
        color       blue
    }
}
```

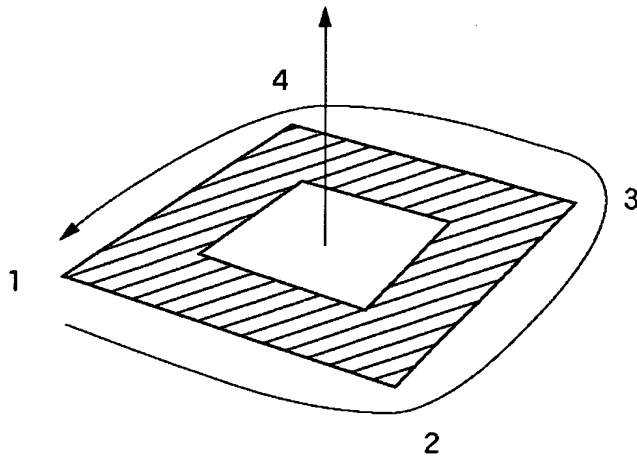
【図 10】



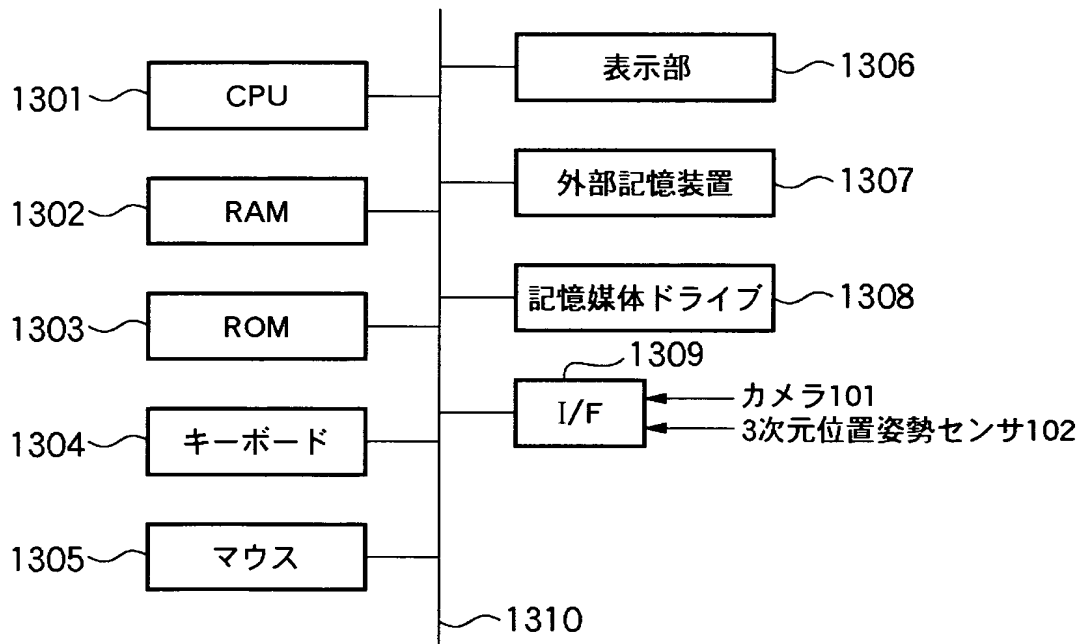
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 画像から検出した指標が現実空間に配置した指標のうちのどの指標に対応するのかを正確に識別すること。

【解決手段】 指標識別部 1 0 7 は、注目指標の法線ベクトルとカメラ 1 0 1 の視軸ベクトルとを用いて計算される値を求め、求めた値が取る範囲に基づいて注目指標の撮像画像上における投影座標位置を求める処理の可否を決定し、この決定に従って求めた注目指標の撮像画像上における投影座標位置と、指標検出部 1 0 6 が撮像画像から検出した座標位置とで、互いに距離の近い座標位置の指標同士を対応付ける処理を行う。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 1 4 4 2 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社